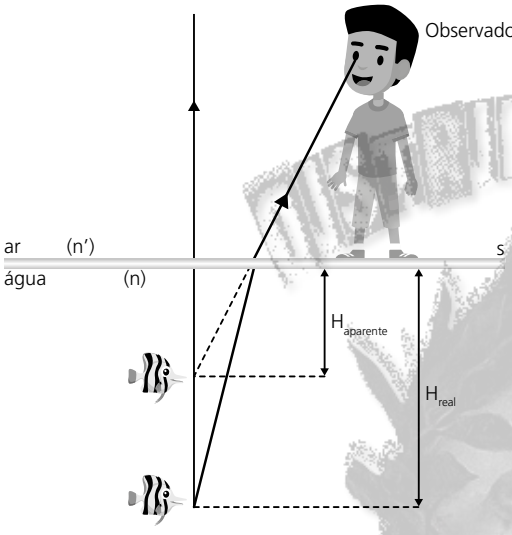
Aula 21

DIOPTRO PLANO, LÂMINA FACES PARALELAS E PRISMA

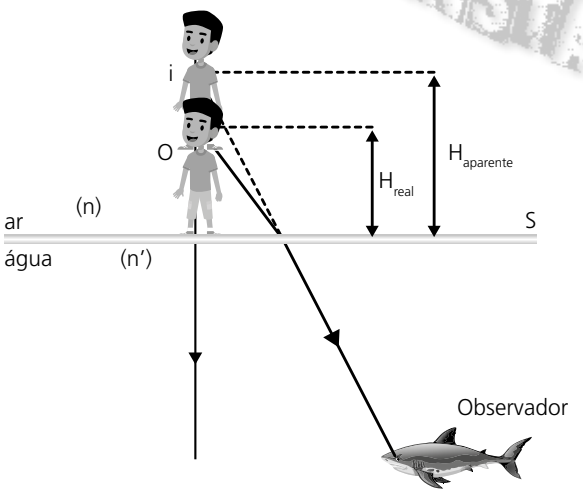
Dioptro Plano

Dioptro é a justaposição de dois meios **transparentes** e opticamente **homogêneos** (por exemplo: ar/água)

Se olhamos para o fundo de uma piscina cheia de água **temos a impressão que ela é mais rasa**.



Por outro lado, se estivermos debaixo da água, e olharmos algo do lado de fora da piscina, o contrário acontece. Quando estamos debaixo da água os objetos do lado de fora **parecem estar mais distantes do que realmente estão**.

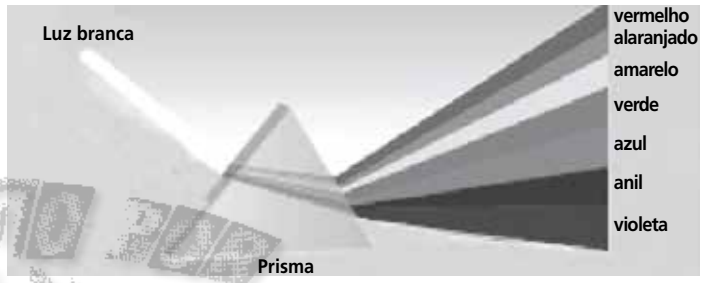


Para calcular as distâncias aparentes devemos aplicar a seguinte equação:

$$\frac{H_{real}}{H_{aparente}} = \frac{n_{objeto}}{n_{observador}}$$ onde

- H_{real} ⇒ posição real da fonte luminosa.
- $H_{aparente}$ ⇒ posição aparente da fonte luminosa.
- n_{objeto} ⇒ índice de refração do meio onde se encontra a fonte luminosa (objeto)
- $n_{observador}$ ⇒ índice de refração do meio onde se encontra o observador.

DISPERSÃO DA LUZ

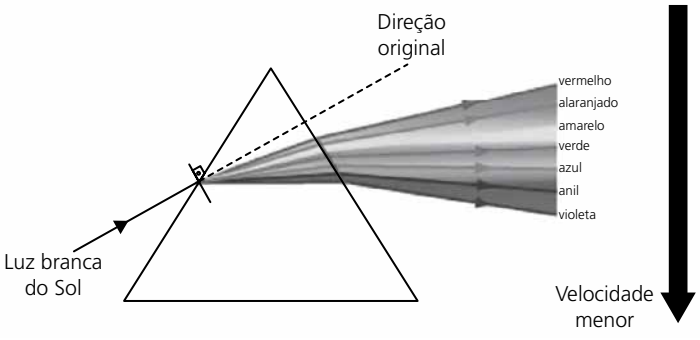


Disponível em: <www.condedalmada.com>.

A dispersão na óptica é o fenômeno que causa a separação de uma onda em várias componentes espectrais como diferentes frequências, por causa da dependência da velocidade da onda com sua frequência, ao mudar a densidade do meio, ondas de diferentes frequências irão tomar diversos ângulos na refração.

O índice de refração de um determinado meio depende do comprimento de onda da luz. Por exemplo, a luz violeta é aquela para o qual um meio como o vidro tem o maior índice de refração. A luz vermelha é aquela que tem o menor índice de refração. Como consequência disso, a luz solar ao incidir sobre um dioptro plano sofrerá uma dispersão da luz. Isso porque, ao incidir na superfície de separação de dois meios cada luz monocromática (violeta, anil, azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha) que compõe a luz solar tomará direções diferentes dentro do outro meio. Como resultado, temos uma decomposição da luz em diversas componentes monocromáticas que a constitui. Temos assim, a dispersão da luz.

Em ordem decrescente de velocidade temos:



Como o índice de refração de um meio material depende da radiação luminosa, cada cor sofre um desvio diferente.

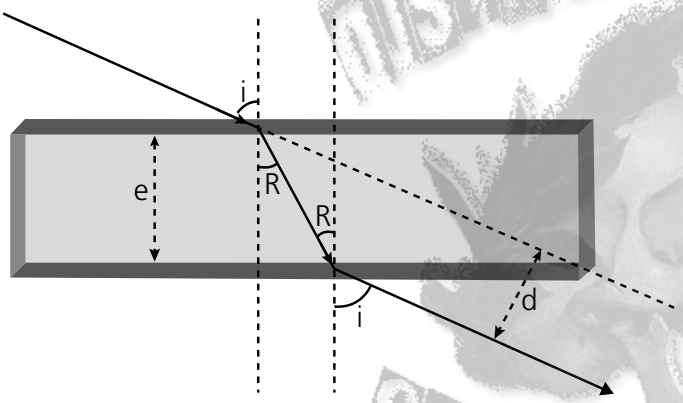
A tabela a seguir indica os valores dos índices de refração de cada cor para um determinado meio material.

COR	ÍNDICE DE REFRAÇÃO
Vermelho	1,414
Alaranjado	1,520
Amarela	1,590
Verde	1,602
Azul	1,680
Anil	1,701
Violeta	1,732

LÂMINAS E FACES PARALELAS

Lâmina de faces paralelas é o conjunto de três meios homogêneos e transparentes separados por duas superfícies planas e paralelas. O vidro de uma vidraça é um exemplo desse sistema.

Na lâmina de faces paralelas (uma lâmina de vidro dentro da água ou do ar) ocorrem duas refrações. Uma primeira refração, em uma das superfícies planas (quando a luz entra na lâmina) e uma segunda refração na segunda superfície (quando a luz sai da lâmina).



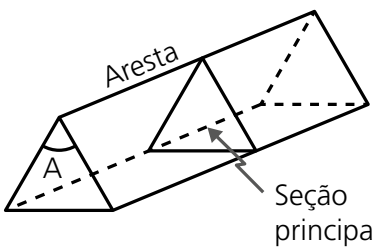
Temos que

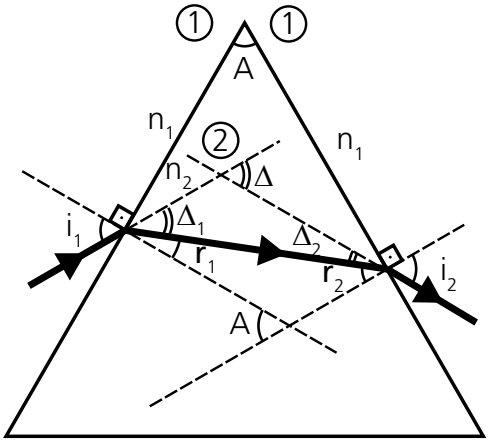
$$d = e \cdot \frac{\operatorname{sen}(i - R)}{\cos R}$$

O deslocamento lateral **d** pode ser previsto conhecendo-se os ângulos de incidência (i), de refração (R) e a espessura (e) da lâmina. Quanto mais espessa for a lâmina, maior será o desvio lateral.

Prismas

Dispositivo óptico constituído de dois dioptros de faces laterais não paralelas.





Trajeto **luminoso no prisma**

i_1: ângulo de incidência na primeira face.

r_1: ângulo de refração na primeira face.

r_2: ângulo de incidência na segunda face.

i_2; ângulo de emergência.

Δ_1: desvio angular na primeira face.

Δ_2; desvio angular na segunda face.

Δ desvio angular total.

A: ângulo de refringência (entre as faces).

- Ângulo de abertura
  $\boxed{A = r_1 + r_2}$
- Desvio total
  $\boxed{\Delta = i_1 + i_2 - A}$

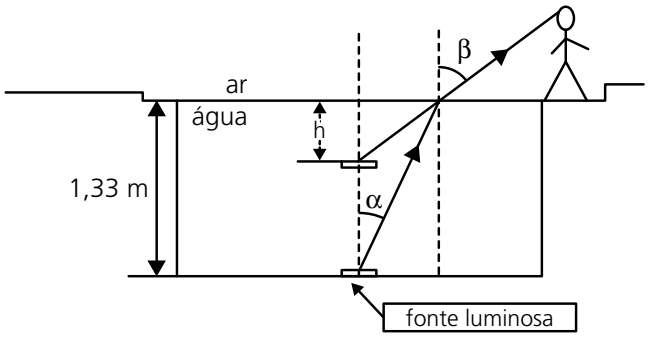
Obs.: Se o desvio for mínimo, temos que

$A = 2R$, pois: $r_1 = r_2 = r$

$\delta = 2i - A$, pois $i_1 - i_2 = i$

Exercícios de Fixação

01. (EsPCEx-Aman) Uma fonte luminosa está fixada no fundo de uma piscina de profundidade igual a 1,33 m. Uma pessoa na borda da piscina observa um feixe luminoso monocromático, emitido pela fonte, que forma um pequeno ângulo α com a normal da superfície da água, e que, depois de refratado, forma um pequeno ângulo β com a normal da superfície da água, conforme o desenho.



desenho ilustrativo - fora de escala

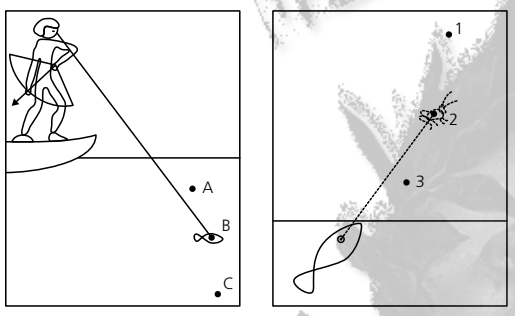
A profundidade aparente "h" da fonte luminosa vista pela pessoa é de:

Dados: sendo os ângulos α e β pequenos, considere $tg\alpha \cong sen\alpha$ e $tg\beta \cong sen\beta$.
índice de refração da água: $n_{água} = 1{,}33$
índice de refração do ar: $n_{ar} = 1$

A) 0,80 m
B) 1,00 m
C) 1,10 m
D) 1,20 m
E) 1,33 m

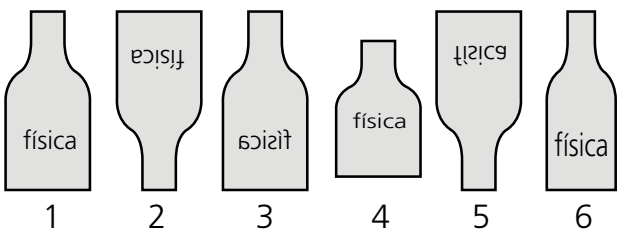
02. Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.
Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz
A) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
B) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
C) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
D) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
E) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

03. Os índios amazônicos comumente pescam com arco e flecha. Já na Ásia e na Austrália, o peixe arqueiro captura insetos, os quais ele derruba sobre a água, acertando-os com jatos disparados de sua boca. Em ambos os casos a presa e o caçador encontram-se em meios diferentes. As figuras a seguir mostram qual é a posição da imagem da presa, conforme vista pelo caçador, em cada situação.



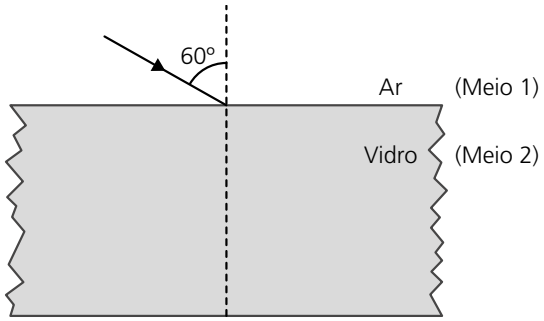
Identifique, em cada caso, em qual dos pontos mostrados, o caçador deve fazer pontaria para maximizar suas chances de acertar a presa.
A) Homem em A; peixe arqueiro em 1
B) Homem em A; peixe arqueiro em 3
C) Homem em B; peixe arqueiro em 2
D) Homem em C; peixe arqueiro em 1
E) Homem em C; peixe arqueiro em 3

04. Em um dia ensolarado, dois estudantes estão à beira de uma piscina onde observam as imagens de duas garrafas idênticas, uma em pé fora da piscina, e outra em pé dentro da piscina, imersa na água. A figura 1 corresponde ao objeto real, enquanto as possíveis imagens das garrafas estão numeradas de 2 a 6, conforme apresentado a seguir.



O par de figuras que representa as imagens das garrafas localizadas fora e dentro da água, conforme conjugada pelo dioptro água-ar, é, respectivamente.
A) 2 e 6
B) 2 e 3
C) 3 e 4
D) 5 e 4
E) 5 e 6

05. Sobre uma lâmina de vidro de 4,0 cm de espessura e índice de refração 3, mergulhada no ar, incide um raio de luz monocromático, como ilustra a figura.

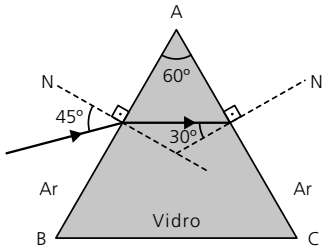


Qual o valor do deslocamento lateral do raio emergente em relação ao raio incidente?
A) 1,5 cm
B) 1,8 cm
C) 2,3 cm
D) 2,7 cm
E) 3,0 cm

Exercícios Propostos

01. A profundidade de uma piscina vazia é tal que sua parede, revestida com azulejos quadrados de 12 cm de lado, contém 12 azulejos justapostos verticalmente. Um banhista, na borda da piscina cheia de água (índice de refração igual a 4/3), olhando quase perpendicularmente, verá a parede da piscina formada por:
A) 12 azulejos de 9 cm de lado vertical.
B) 9 azulejos de 16 cm de lado vertical.
C) 16 azulejos de 9 cm de lado vertical.
D) 12 azulejos de 12 cm de lado vertical.
E) 9 azulejos de 12 cm de lado vertical.

02. Um prisma de vidro, cujo ângulo de refringência é 60°, está imerso no ar. Um raio de luz monocromática incide em uma das faces do prima sob ângulo de 45° e, em seguida, na segunda face sob ângulo de 30°, como está representado no esquema a seguir.



Dados: $\text{sen } 30° = \frac{1}{2}$;
$\text{sen } 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}$;
$\text{sen } 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Nessas condições, o índice de refração do vidro em relação ao ar, para essa luz monocromática, vale:

A) $\frac{3\sqrt{2}}{2}$.

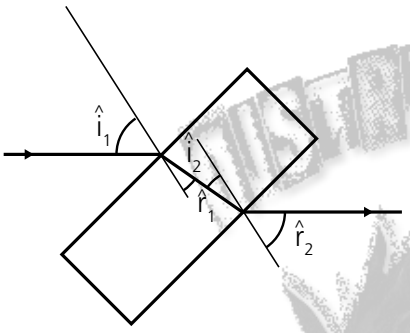
B) $\sqrt{3}$.

C) $\sqrt{2}$.

D) $\frac{\sqrt{6}}{2}$.

E) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$.

03. Um raio de luz, proveniente da esquerda, incide sobre uma lâmina de vidro de faces paralelas, imersa no ar, com ângulo de incidência i_1 na interface ar-vidro. Depois de atravessar a lâmina, ele emerge do vidro com ângulo r_2. O trajeto do raio luminoso está representado na figura, onde o ângulo r_1 designa o ângulo de refração no vidro, e i_1, o ângulo de incidência na interface vidro-ar.



Nessa situação, pode-se afirmar que

A) $i_1 = r_2$

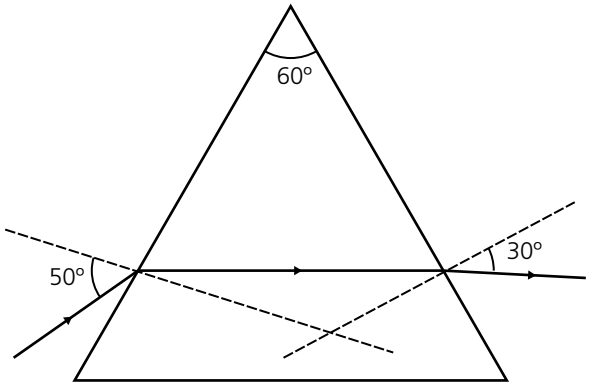
B) $i_1 > r_2$

C) $i_2 < r_1$

D) $i_1 = i_2$

E) $i_2 < i_1$

04. A figura a seguir representa um raio de luz que atravessa um prisma. O desvio sofrido por esse raio de luz, em graus, será:



A) 20

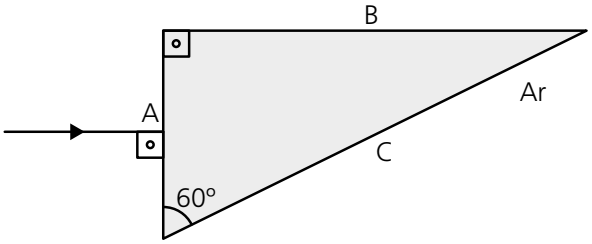
B) 30

C) 50

D) 60

E) 90

05. Primas são comumente utilizados na constituição de instrumentos ópticos, tais como câmeras fotográficas, microscópios e binóculos. A figura a seguir mostra um tipo de prisma imerso no ar, feito de vidro com índice de refração 1,5, e cuja face A incide perpendicularmente um feixe luminoso monocromático.



Para a situação da figura, e supondo o índice de refração do ar igual a 1,0, assinale a alternativa correta.

A) Ocorre um desvio no feixe incidente ao passar pela face A.

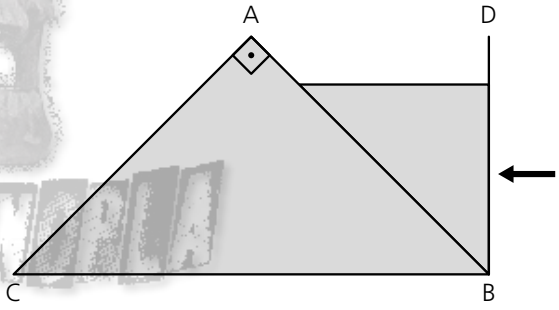
B) O feixe refratado na face C, ao sair dela, forma um ângulo de 30° com a sua normal.

C) O feixe refratado na face C, ao sair dela, forma um ângulo de 60° com a sua normal.

D) Ocorre reflexão interna total na face C.

E) Se o prisma fosse feito com vidro com índice de refração maior que 1,5, o ângulo de face C aumentaria.

06. Um prisma de vidro, de índice de refração $n = \sqrt{2}$, tem por seção normal um triângulo retângulo isósceles ABC no plano vertical. O volume de seção transversal ABD é mantido cheio de um líquido de índice de refração $n = \sqrt{3}$. Um raio incide normalmente à face transparente da parede vertical BD e atravessa o líquido.



Considere as seguintes afirmações a seguir.

I. O raio luminoso não penetrará no prisma;

II. O ângulo de refração na face AB é de 45°;

III. O raio emerge do prisma pela face AC com ângulo de refração de 45;

IV. O raio emergente definitivo é paralelo ao raio incidente em BD.

Das afirmativas mencionadas, está(são) correta(s):

A) apenas I.

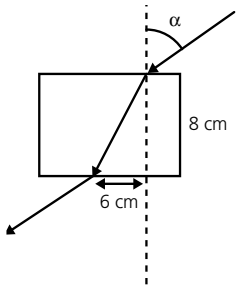
B) apenas I e IV.

C) apenas II e III.

D) apenas III e IV.

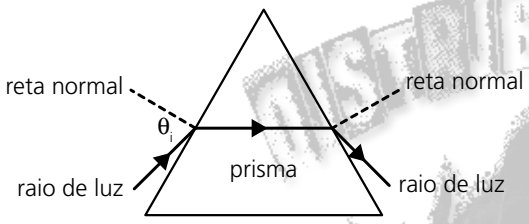
E) II, III e IV.

07. Um raio de luz (linha pontilhada da figura adiante) propagando-se no ar (índice de refração igual a 1) incide sobre o topo de um cubo de vidro, cujo lado é 8 cm, formando um ângulo **a** com α normal à superfície. O raio de luz emerge na base do bloco a uma distância de 6 cm à esquerda em relação à vertical do ponto de incidência, conforme figura a seguir.

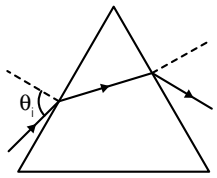


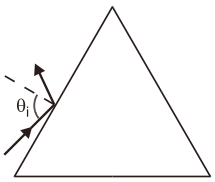
Sendo sen α = 0,9, o índice de refração deste vidro será de
A) 1,5.
B) 1,2.
C) 1,125.
D) 0,675.

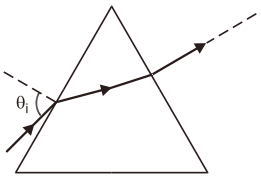
08. Considere um raio de luz monocromático de comprimento de onda ë, que incide com ângulo è$_i$ em uma das faces de um prisma de vidro que está imerso no ar, atravessando-o como indica a figura.

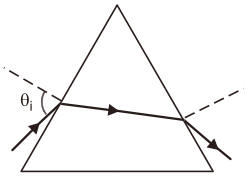


Sabendo que o índice de refração do vidro em relação ao ar diminui com o aumento do comprimento de onda do raio de luz que atravessa o prisma, assinale a alternativa que melhor representa a trajetória de outro raio de luz de comprimento 1,5 é, que incide sobre esse mesmo prisma de vidro.

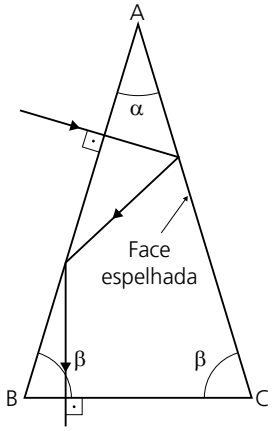
A)


B)


C)


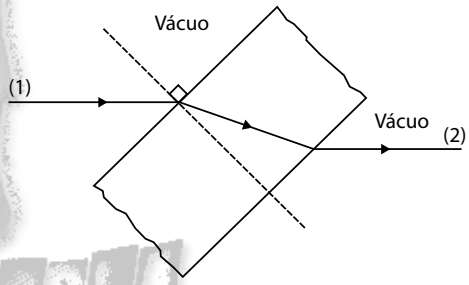
D)


09. A figura a seguir representa a seção transversal de um prisma óptico imerso no ar, tendo dois lados iguais (AB e AC). Perpendicularmente à face AB, incide um raio luminoso monocromático que se propaga até a face espelhada AC, onde é refletido diretamente para a face AB. Ao atingir esta face, o raio luminoso sofre uma nova reflexão (reflexão total), de maneira que, ao se propagar, atinge perpendicularmente a face BC, de onde emerge para o ar. Com base nessas informações, podemos afirmar que o ângulo de refringência do prisma (ângulo α mostrado na figura) será:



A) 18°
B) 72°
C) 45°
D) 36°
E) 60°

10. Na figura, temos uma lâmina de faces paralelas de quartzo fundido. O índice de refração do quartzo fundido é igual a 1,470 para a luz violeta e 1,455 para a luz vermelha. O raio 1, de luz monocromática vermelha proveniente do vácuo, incide na lâmina, emergindo dela segundo o raio 2.



Se o raio 1 fosse de luz monocromática violeta, o raio emergente da lâmina:
A) estaria acima do raio 2 e continuaria paralelo ao raio 1.
B) estaria abaixo do raio 2 e continuaria paralelo ao raio 1.
C) seria coincidente com o raio 2.
D) não seria paralelo ao raio 1.
E) talvez não existisse.

Gabarito

Exercícios de Fixação				
1	**2**	**3**	**4**	**5**
B	E	E	D	C

Exercícios Propostos									
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
A	**C**	**A**	**A**	**D**	**D**	**A**	**A**	**D**	**B**

Digitador: Aníbal – Revisor: Alexandre
046.404-1001/22